

Helsinki 23.3.2004

U015140-3

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

Hakija
Applicant

Ailocom Oy
Tampere

Patenttihakemus nro
Patent application no

20030594

Tekemispäivä
Filing date

17.04.2003

Kansainvälinen luokka
International class

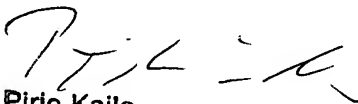
H02J

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Langaton tehon- ja tiedonsiirto"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kaila
Tutkimussihteeri

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite:	Arkadiankatu 6 A	Puhelin:	09 6939 500	Telefax:	09 6939 5328
	P.O.Box 1160	Telephone:	+ 358 9 6939 500	Telefax:	+ 358 9 6939 5328
	FIN-00101 Helsinki, FINLAND				

Langaton tehon- ja tiedonsiirto

Keksinnön ala

Keksintö liittyy yhdistettyyn langattomaan tehon- ja tiedonsiirtoon ja erityisesti valolähteiden hyödyntämiseen siinä.

5 Keksinnön tausta

Langatonta tehonsiirtoa on tunnetusti käytetty tilanteissa, joissa fyysisten johtimien ja kaapeleiden vetäminen teholähteen ja tehon kulutuspisteen välille on hankalaa, jopa mahdotonta. Sähkömekaanisissa laitteissa on perinteisesti käytetty induktiivisia elementtejä tehonsiirrossa esimerkiksi pyörivien tai muusta syystä toisistaan erotettujen komponenttien välillä. Induktiivista tehonsiirtoa käytetään myös esimerkiksi pienitehoisten akkujen lataamiseen. Induktiivisessa tehonsiirrossa tehonlähteen ja tehon kulutus- tai latauspisteen tulee sijaita lähellä toisiaan ja nämä joudutaan usein eristämään ympäristöstä galvaanisesti, koska induktion aiheuttama sähkömagneettinen säteily saattaa aiheuttaa häiriöitä ympäröivissä laitteissa.

Tunnetaan myös ratkaisuja, joissa tehonsiirto suoritetaan radiotaajuisena lähetyksenä lähettimeltä yhdelle tai useammalle vastaanottimelle, kuten radiotaajuiset tunnistus- ja avainkortit. Tällainen ratkaisu sopii vain hyvin vähäisen tehon siirtämiseen, koska lähetykseen käytettävän kokonaistehon kohdistaminen määrätyille vastaanottaville antennille on hankalaa ja käytännössä siirtohäviöt ovat erittäin suuret. Lisäksi radiotaajuisessa tehonsiirrossa hyötysuhde heikkenee voimakkaasti etäisyyden funktiona.

Eräs mahdollisuus langattoman tehonsiirron suorittamiseksi on käyttää valolähdettä tehonlähteenä, jolloin lähetetty valo vastaanotetaan fotodetektorilla ja muunnetaan sähkövirraksi. Valolähde on helpompi kohdistaa vastaanottimelle, jolloin on mahdollista päästä parempaan hyötysuhteeseen kuin esimerkiksi radiotaajuisessa tehonsiirrossa. Esimerkiksi julkaisuissa EP 734 110 ja US 4 078 747 kuvataan ratkaisuja, joissa käytetään suurteholasereita suurten virtojen siirtämiseen langattomasti sähköjunien tehonsyötössä ja vastaavasti avaruudessa generoidun aurinkoenergian siirrossa.

Ongelmana yllä kuvatuissa ratkaisuissa on niiden soveltumattomuus tehokkaaseen langattomaan tehonsiirtoon tiloissa, joissa liikkuu ihmisiä, sillä käytettävän laserin teho on olennaisesti hengenvaarallinen. Vaikka tehoa pienennettäisiin huomattavastikin, ovat hyötysuhteeltaan riittävän hyvät tehon suuruudet kuitenkin sitä luokkaa, että laser ainakin vaurioittaa näköä pahoin

osueksaan silmään. Lisäksi mainitut turvallisuusongelmat aiheuttavat sen haittatekijän, että vaikka optinen tiedonsiirto on sinänsä tunnettua, sen toteuttamisen langattomasti turvallisella tavalla on vaikeaa, minkä takia optiseen tiedonsiirtoon tyypillisesti käytetään optista kuitua.

5 Keksinnön lyhyt selostus

Keksinnön tavoitteena on näin ollen kehittää parannettu menetelmä ja menetelmän toteuttava laitteisto siten, että yllä mainitut ongelmat saadaan ratkaistua. Keksinnön tavoitteet saavutetaan menetelmällä, järjestelmällä, lähettimellä ja vastaanottimella, joille on tunnusomaista se, mitä sanotaan itsenäisissä patenttivaatimuksissa.

Keksinnön edulliset suoritusmuodot ovat epäitsenäisten patenttivaatimusten kohteena.

Keksintö perustuu siihen, että siirretään dataa langattomassa tehonsiirtojärjestelmässä, joka käsittää teholähettimen, joka käsittää ensimmäisen valolähteen ja välineet ensimmäisen valolähteen emittoiman valon kohdistamiseksi haluttuun suuntaan, ja ainakin yhden tehovastaanottimen, joka käsittää ensimmäisen fotodetektorin emittoidun valon vastaanottamiseksi ja muuntamiseksi sähkövirraksi. Datan siirtämiseksi lähetetään teholähettimen käsittämällä toisella valolähteellä olennaisesti yhdensuuntaisesti mainitun ensimmäisen valolähteen emittoiman valon ympärille sovitettua valoa pulsseina, joiden teho on olennaisesti pienitehoisempaa kuin mainitun ensimmäisen valolähteen emittoiman valon teho, ja joihin pulsseihin on koodattu databittejä tavalla, joka määrittää maksimiaikavälin kahdelle peräkkäiselle pulssille. Tehovastaanottimen käsittämällä toisella fotodetektorilla ilmaistaan mainitun toisen valolähteen emittoimat valopulssit ja määritetään valopulssien käsittämää dataa ja peräkkäisten vastaanotettujen valopulssien välistä aikaa. Jos peräkkäisten vastaanotettujen valopulssien välinen aika ei ylitä mainittua maksimiaikaväliä kahdelle peräkkäiselle pulssille, lähetetään tehovastaanottimelta kontrollisignaali häiriöttömästi vastaanotetusta datasta kuittauksena teholähettimelle.

Keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti tehovastaanottimelta lähetetään mainittua kontrollisignaalia teholähettimelle mainitun toisen valolähteen emittoimien valopulssien vastaanotosta säännöllisin väliajoin, jolloin vasteena sille, että mainitun toisen valolähteen emittoimissa valopulssissa havaitaan häiriö, lopetetaan mainitun kontrollisignaalin lähettäminen.

Edelleen keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti mainittu toinen valolähde käsittää useita erillisiä valolähteitä, jotka on järjestetty olennaisesti ympyrämuotoon mainitun ensimmäisen valolähteen ympärille, jolloin tehovastaanottimella ilmaistaan mainittujen useiden erillisten valolähteen 5
den emittoimat valopulssit loogisina binääriarvoina, ja vasteena sille, että ainakin yhden mainitun erillisen valolähteen emittoiman valopulssin binääriarvo poikkeaa muiden valopulssien samanaikaisista binääriarvoista, lopetetaan mainitun kontrollisignaalin lähettäminen.

Keksinnön mukaisen menetelmän ja järjestelmän etuna on, että 10
hyödynnetään langattomaan tehonsiirtoon sovitettua järjestelmää edullisesti myös datan yksisuuntaiseen siirtoon teholähtetimeltä tehovastaanottimelle. Lisäksi etuna on, että ei tarvita erillistä siirtotietä, esimerkiksi radiolinkkiä, datan välittämiseen, vaan samaa valopulssia, jota käytetään teholähtetimen "virtuaalieristeen" muodostamiseen, hyödynnetään myös datansiirrosta. lisäksi 15
etuna on, että datansiirto virtuaalieristeen avulla ei edellytä samanaikaista tehonsiirtoa lähettimen ensimmäiseltä valolähteeltä (teholähteeltä), vaan datansiirto voidaan suorittaa aktivoimalla pelkästään virtuaalieriste. Etuna on kuitenkin myös se, että datansiirto virtuaalieristeen avulla voidaan suorittaa myös samanaikaisesti tehonsiirron kanssa.

20 Kuvioiden lyhyt selostus

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joista

kuvio 1 esittää lohkokaaviona keksinnön mukaisen järjestelmän perusrakennetta;

25 kuvio 2 esittää kaavamaisesti eräiden keksinnössä hyödynnettävien valolähteiden ja fotodetektorien ominaisuuksia;

kuvio 3 esittää keksinnön erään suoritusmuodon mukaista valosädejärjestelyä;

30 kuviot 4a ja 4b esittävät lohkokaavioina keksinnön erään suoritusmuodon mukaisesti toteutettuja lähetinyksikköä ja vastaanotinyksikköä; ja

liitteet 1 ja 2 esittävät eräitä arvoja lasersäteen maksimialtistusajalle standardin ANSI Z136.1 taulukoiden 5a ja 5b avulla.

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

35 Viitaten kuvioon 1, esitetään seuraavassa järjestelmän perusrakenne. Järjestelmä käsittää lähettimen 100 ja vastaanottimen 120, johon on edel-

leen liitetty tehoa käyttävä ulkoinen laite 130 ja varausvälineet 140 sähköenergian tallentamiseksi, tyypillisesti akku. Lähetin 100 käsittää edelleen ensimmäisen valolähteen 102, toisen olennaisesti pienempitehoisemman valolähteen 104, kohdistusvälineet 106 ainakin ensimmäisen valolähteen 102 emittoiman valon kohdistamiseksi vastaanottimeen ja skannausvälineet 108 ainakin toisen valolähteen 104 emittoiman valon poikkeuttamiseksi eri suuntiin vastaanottimien etsimiseksi. Edelleen lähetin käsittää vastaanottimen 110 kontrollisignaalin vastaanottamiseksi. Vastaanotin 120 käsittää ensimmäisen fotodetektorin 122 mainitun ensimmäisen valolähteen 102 emittoiman valotehon vastaanottamiseksi, toisen fotodetektorin 124 mainitun toisen valolähteen 104 emittoiman valotehon vastaanottamiseksi ja johdinvälineet 126 ensimmäisen fotodetektorin vastaanotetusta valotehosta muodostaman sähkövirran johtamiseksi ulkoiselle laitteelle 130 ja varausvälineille 140. Edelleen vastaanotin käsittää lähettimen 128 kontrollisignaalin lähettämiseksi lähettimelle 100.

Tehonsiirtoprosessi toimii järjestelmässä yksinkertaistettuna seuraavasti: lähetin 100 käynnistää toisen valolähteen 104, jonka lähetysteho on olennaisesti niin pieni, että se ei aiheuta vaaraa esimerkiksi silmille. Mikäli lähetintä 100 ei ole valmiiksi kohdistettu vastaanottimeen 120, suoritetaan kohdistus toisen valolähteen 104 ja skannausvälineiden 108 avulla. Toinen valolähde 104 käsittää edullisesti useita erillisiä pienitehoisia valolähteitä, jotka on järjestetty ympyränmuotoisesti ensimmäisen valolähteen 102 ympärille. Tätä toisen valolähteen eli useiden valolähteiden joukon lähettämää valoa voidaan kutsua virtuaalieristeeksi. Vaihtoehtoisesti virtuaalieriste voidaan saada aikaan yhdellä valolähteellä, jonka emittoima valo levitetään säteenlevittimellä (beam expander) siten, että se leviää ympyränmuotoisesti ensimmäisen valolähteen 102 ympärille.

Lähettimen kohdistamiseksi vastaanottimeen lähetin aktivoi virtuaalieristeen ja aloittaa lähettimen ympäristön skannaamisen siinä tilassa, johon lähetin on asetettu. Skannaus suoritetaan edullisesti etukäteen määritettynä kaksi- tai kolmeulotteisena järjestelmällisenä liikeratana, jota toistetaan läpi lähettimen ympäröivän tilan, kunnes virtuaalieriste osuu vastaanottimeen. Vastaanottimen toinen fotodetektori 124 on järjestetty vastaanottamaan valoa vastaavalla aallonpituudella, jolla virtuaalieriste lähetetään. Kun virtuaalieriste osuu vastaanottimen toiseen fotodetektoriin, kohdistetaan virtuaalieriste määritettyyn fotodetektoriin myöhemmin tarkemmin kuvattavalla tavalla.

Kun virtuaalieriste on kohdistettu vastaanottimeen toiseen fotodektoriin, voidaan lähettimessä käynnistää ensimmäinen valolähde 102, jonka emittoima valo siis lähetetään virtuaalieristeen ympäröimänä ja jonka valoteholla varsinainen tehonsiirto tapahtuu. Vastaanottimen ensimmäinen fotodektori 122 on taas vastaavasti järjestetty vastaanottamaan valoa olennaisesti samalla aallonpituudella, jota ensimmäinen valolähde lähettää. Ensimmäinen fotodetektor 122 muuntaa vastaanottamansa valotehon sähkövirraksi, joka johdetaan edelleen johdinvälineiden 126 avulla ulkoiselle laitteelle 130 ja/tai akulle 140. Keksinnön mukaisella menettelyllä päästään huomattavasti tunnettuja ratkaisuja parempaan hyötysuhteeseen tehonsiirrossa. Nykyisillä valolähteillä ja fotodetektoreilla voidaan saavuttaa olennaisesti ainakin 20% hyötysuhde.

Järjestelmä on tarkoitettu käytettäväksi esimerkiksi yleisten toimistolaitteiden ja viihde-elektroniikkalaitteiden tehon syöttämiseen, jolloin järjestelmää käytetään myös tiloissa, joissa liikkuu ihmisiä ja esimerkiksi lemmikkieläimiä. Täten käytettäessä ensimmäisessä valolähteessä 102 suurta tehoa valon synnyttämiseksi, saattaa muodostuva valo olla vaarallista esimerkiksi silmille, vaikkei valo olisikaan näkyvän valon aallonpituudella. Tämän estämiseksi järjestelmässä käytetään edellä kuvattua virtuaalieristettä, jonka tehtävänä on eristää varsinainen tehonsiirtoon tarkoitettu valonsäde ja ilmoittaa järjestelmälle, jos eriste "hajoaa" eli jokin este osuu virtuaalieristeen tielle. Tällöin ensimmäisen valolähteen tehonsyöttö katkaistaan välittömästi. Kun virtuaalieristeen tielle osunut este poistetaan, voidaan tehonsyöttöprosessi aloittaa uudelleen varmistamalla ensin virtuaalieristeen kohdistus vastaanottimeen, ja mikäli virtuaalieriste toimii moitteettomasti, käynnistämällä sen jälkeen itse tehonsiirtoon käytettävä valonsäde.

Valolähteinä järjestelmässä voidaan käyttää esimerkiksi valoa emittoivaa diodia LED (Light Emitting Diode) tai laseria. Käytettävä valolähde ja sen aallonpituus tulee taas vastaavasti sovittaa käytettävään fotodetektoriin. Tätä voidaan havainnollistaa kuvion 2 mukaisella kaaviolla, jossa esitetään erilaisista materiaaleista muodostettujen fotodetektorien kvanttitehokkuus eli vastaanoton hyötysuhde eri valon aallonpituuksilla. Kvanttitehokkuutta kuvataan pystyakselilla ja vaaka-akselilla kuvataan valon aallonpituutta ja vastaavasti aallonpituudella välittyvää fotonien energiaa, jonka suhde on käänteinen aallonpituuteen. Edelleen kuviossa 2 on esitetty eräiden tällä hetkellä käytössä olevien valolähteiden aallonpituusalueet.

Kuviosta 2 nähdään, että jos halutaan lähettää mahdollisimman paljon tehoa, on edullista käyttää mahdollisimman pientä aallonpituutta, koska tällöin vastaavasti välittyvä fotonien energia kasvaa. Toisaalta, jotta välittyvä teho voidaan myös hyödyntää, tulee käytettävän fotodetektorin olla sovitettu vastaavalle aallonpituudelle. Jos halutaan käyttää mahdollisimman suurta aallonpituutta eli fotonien energiaa, voidaan valolähteenä käyttää laseria, jonka aallonpituus on olennaisesti 0,30 μm , jolloin vastaavasti fotodetektorina voidaan käyttää kohtuullisen hyvän kvanttitehokkuuden omaavaa Ag-Zns-fotodetektoria. Vastaavasti, jos kvanttitehokkuus halutaan maksimoida, voidaan fotodetektorina käyttää n. 0,8 μm alueelle sijoittuvaa Si-fotodetektoria, jolloin valolähteenä voidaan käyttää LED:iä, laseria tai mahdollisesti infrapuna-alueella toimivaa LED:iä. Keksinnössä voidaan hyödyntää fotodetektorina myös muita kuviossa 2 mainittuja materiaaleja. On huomattava, että tässä yhteydessä on kuvattu vain esimerkinomaisesti tällä hetkellä edullisesti sovellettavissa olevia valolähteitä ja fotodetektoreja. Keksinnön toteutus ei kuitenkaan ole sidottu käytettävään laseriin ja/tai fotodetektoriin tai näiden hyödyntämiin aallonpituuksiin, vaan tekniikan kehittyessä voidaan sekä valolähteenä että fotodetektorina käyttää muista materiaaleista valmistettuja ja muita aallonpituuksia käyttäviä komponentteja.

Lähetettävä valo, siis sekä virtuaalieristeen että teholähteen valo, voidaan kohdistaa lasereita käytettäessä suoraan haluttuun syöttökohteeseen. Tällöin valolähteen suuntaaminen voidaan toteuttaa esimerkiksi mikropiiriohjattuna laserpoikkeutuksena, jolloin itse laserit suunnataan suoraan vastaanottimeen. Jos taas valolähteinä käytetään esimerkiksi valoa emittoivia diodeja LED, voidaan suuntaus tehdään peilien avulla ns. peiliohjattuna poikkeutuksena. Tällöin valolähteen suuntaamiseen käytetään edullisesti riittävää määrää peiliservoja, joita ohjataan erillisellä ohjausyksiköllä. Myös lasereiden poikkeutus voidaan tehdä peiliohjattuna poikkeutuksena.

Varsinkin virtuaalieristeen kohdistamisessa voidaan aina käyttää apuna säteenlevitintä (beam expander), jolla kapean valolähteen säde levitetään leveämmäksi yhdensuuntaiseksi säteeksi. Säteenlevitin käsittää lähettimen yhteyteen sovitettut kaksi linssiä, joista ensimmäinen linssi hajottaa valolähteeltä tulevan valonsäteen. Toinen linssi on asetettu ensimmäisen linssin läheisyyteen siten, että toinen kokoaa ensimmäisen linssin levittämän valonsäteen ja taittaa sen yhdensuuntaiseksi. Näin esimerkiksi 1 mm läpimitan omaava valolähteen valonsäde voidaan muuntaa 5 mm valosäteeksi, jonka kohden-

taminen vastaanottimen fotodetektoreihin on helpompaa. Täten virtuaalieriste voidaan muodostaa useista, ehkä 5 - 7 valolähteestä, jotka kukin levitetään säteenlevittimen avulla pyöreäksi valoverhoksi siten, että ne ovat ainakin osittain päällekkäisiä. Tällöin valolähteiden määrä on riittävä, jotta voidaan varmistaa virtuaalieristeen turvallinen toiminta siten, että mistä suunnasta tahansa tehonsiirtosädettä kohti tuleva este aiheuttaa riittävän ajoissa turvalinkin katkaisemisen ja sitä seuraavan tehonsiirtosäteen sammuttamisen. Tätä havainnollistetaan vastaavasti kuviossa 3, jossa tehosäteen 312 ympärillä on useita levitettyjä, verhomaisia virtuaalieristesäteitä 314 - 324.

10 Virtuaalieriste on edullista toteuttaa suhteellisten heikkotehoisten pulssilasereiden avulla, jotka toimivat eri aallonpituudella kuin varsinainen teholähde. Tällaiset laserit ovat hinnaltaan edullisia, ne tuottavat valmiiksi koherenttia valoa, joka ei tarvitse erillisiä suuntausvälineitä, eikä eri aallonpituudella emittoitu valo aiheuta virhetilanteita varsinaisen tehonsiirtovalon fotodetektorissa. Virtuaalieristeen lähettäminen voidaan edullisesti suorittaa valopulsseina käyttäen erittäin suurella taajuudella, esimerkiksi 10 - 100 MHz, toimivia pulssilasereita. Virtuaalieristeen toiminnan ohjaus voi edullisesti perustua siihen, että mikäli virtuaalieriste toimii moitteettomasti, lähettää vastaanotin säännöllisesti kontrollisignaalia lähettimelle. Mikäli kontrollisignaalin vastaanotto lähettimessä katkeaa, katkaistaan myös ensimmäisen valolähteen tehonsyöttö välittömästi. Kontrollisignaali vastaanottoon 110 yhdistetyt säätövälineet tarkkailevat kontrollisignaalin vastaanottoa. Tällöin mikäli kontrollisignaalin vastaanotto lähettimessä viivästyy pidemmäksi kuin ennalta on määritetty (ts. yksi kontrollisignaali jää vastaanottamatta), katkaisevat säätövälineet valolähteen 20 102 tehonsyötön välittömästi.

Keksinnön mukaisesti virtuaalieristeen valopulsseja voidaan hyödyntää myös datansiirtoon lähettimeltä 100 vastaanottimelle 120. Tällöin myös ensimmäisessä valolähteessä 102 (teholähde) muodostettavan valon aallonpituus ja tehotiheys tulee valita siten, että valonsäteen lyhytaikainen silmäkontakti on mahdollinen ilman, että silmä vahingoittuu valonsäteestä. Tämä lähetetyn valonsäteen silmäturvalliseksi määritetty aika eli maksimialtistus (MPE, Maximum permissible exposure) vaikuttaa siihen, kuinka usein virtuaalieristeen fotodetektorin tulee vastaanottaa valopulssi, jotta virtuaalieristeen eheys voidaan turvallisesti todeta. Maksimialtistus taas on tehon siirtämiseen käytetyn valonsäteen aallonpituuden ja tehotiheyden (W/cm^2) funktio. Standardi 35

ANSI 136.1, josta esitetään eräitä esimerkinomaisia arvoja liitteissä 1 ja 2, määrittää nämä arvot tarkemmin.

Valopulssien pienin sallittu vastaanottotaajuus f määräytyy maksimialtistusajan MPE perusteella siten, että samalla otetaan huomioon myös se viive D , joka kuluu virtuaalieristeen hajoamisen havaitsemisesta siihen, kunnes valolähteen 102 tehonsyöttö katkaistaan. Näin ollen $f = 1/(MPE - D)$, josta saadaan suurin sallittu aika T kahden virtuaalieristeen valopulssin välillä: $T = 1/f = MPE - D$.

Tätä seikkaa voidaan hyödyntää datansiirrossa virtuaalieristeen avulla. Lähetettävä data tulee koodata jollakin koodaustavalla, joka mahdollistaa pulssikoodatun bitin nousevan tai laskevan reunan havaitsemisen ja yhden bitin ajallisen keston määrittämisen siten, että tiedetään maksimitauko kahden peräkkäisen reunan välillä. Eräs sopiva koodaustapa on ns. Manchester-koodaus, jossa bittien arvot määritetään siten, että jokaisen bittijakson keskellä tapahtuu siirtymä nollassa yhteen (nouseva reuna) tai yhdestä nolnaan (laskeva reuna). Bittijakson pituus on ennalta määritetty ja näytteistys tapahtuu bittijakson keskellä, jolloin myös siirtymä tapahtuu. Näytteistyksessä havaittu nouseva reuna antaa bitin arvoksi yksi ja laskeva reuna taas vastaavasti antaa bitin arvoksi nolla. Jokaisen bittijakson aikana siis havaitaan arvoa yksi edustava pulssi ja arvoa nolla edustava pulssi, joiden keskinäisen järjestyksen perusteella määritetään bitin arvon.

Näin ollen virtuaalieristeen avulla välitettävä data voidaan koodata siten, että pulssitettuun signaaliin koodataan arvo yksi lähettämällä valopulssi, jonka kesto on puolet bittijakson kestosta ja arvo nolla keskeyttämällä valon lähettäminen bittijakson puolikkaan ajan. Tällöin maksimitauko kahden valopulssin välillä on korkeintaan yhden bittijakson mittainen, mikä tapahtuu siis silloin, kun bittiarvoa nolla seuraa bittiarvo yksi, ts. nollabitin ensimmäisellä puolikkaalla ja ykkösbitin jälkimmäisellä puolikkaalla lähetetään valopulssi. Käytännön toteutuksessa tämä maksimitauko vastaa siten edellä määritettyä suurinta sallittua aikaa T kahden virtuaalieristeen valopulssin välillä, joka määräytyy järjestelmän ominaisuuksien perusteella ja joka siten asettaa raja-arvon datasignaalin bittijakson kestolle.

Kontrollisignaalin ohjaus voidaan toteuttaa perustuen esimerkiksi siihen, että virtuaalieristeen havaitut valopulssit määritetään loogisena 1:nä ja ajanjaksot, jolloin valoa ei vastaanoteta, loogisena 0:na. Virtuaalieristeen fotodetektorilla on edullisesti järjestetty suoritettavaksi looginen AND-operaatio

vastaanotetuista valopulsseista. Tällöin virtuaalieriste tulkitaan ehjäksi, jos AND-operaation tuloksena on 1 eli kaikki virtuaalieristesäteet välittävät samanaikaisesti saman loogisen arvon ja edellisen loogisen 1-arvon eli valopuls-
 5 sin vastaanotosta on kulunut aikaa korkeintaan yhden bittijakson verran. Jos nämä ehdot eivät toteudu, ainakin yhden virtuaalieristesäteen vastaanotto ei ole onnistunut. Tämä tarkoittaa todennäköisesti sitä, että ainakin yhden virtu-
 aalieristeessä olevan valolähteen emittoiman valon tiellä on este. Tällöin kont-
 rollisignaalin lähetys vastaanottimesta katkaistaan välittömästi. Koska bittijak-
 son koodausnopeudessa on jo huomioitu järjestelmän viive virtuaalieristeeseen
 10 hajoamisen havaitsemisesta kontrollisignaalin lähetyksen katkaisuun, ei te-
 hosäteen mahdollinen osuminen silmään ehdi vaurioittaa silmää.

Näin virtuaalieristettä voidaan edullisesti hyödyntää myös yksisuun-
 taiseen datansiirtoon lähettimeltä vastaanottimelle, jolloin ei tarvita erillistä siir-
 totietä, esimerkiksi radiolinkkiä, datan välittämiseen. Virtuaalieristettä voidaan
 15 erityisesti käyttää ei-reaaliaikaisen datan, kuten erilaisten tiedostojen tai pus-
 kuroitavan suoratoistovideon (streaming) lähettämiseen vastaanottimeen yh-
 distetylle laitteelle. On huomattava, että datansiirto virtuaalieristeiden avulla ei
 edellytä samanaikaista tehonsiirtoa lähettimen ensimmäiseltä valolähteeltä
 (teholähteeltä), vaan datansiirto voidaan suorittaa aktivoimalla pelkästään vir-
 20 tuaalieriste. Luonnollisesti datansiirto virtuaalieristeiden avulla voidaan suorittaa
 myös samanaikaisesti tehonsiirron kanssa.

Kontrollisignaalin lähetys voidaan suorittaa esimerkiksi suhteellisen
 heikkotehoisella ympärisäteilevällä LED:llä, joka toimii infrapuna-alueella. Täl-
 lainen LED on hinnaltaan edullinen ja ympärisäteilyn ansiosta lähettimen ja
 25 vastaanottimen keskinäisellä sijainnilla ei ole olennaista merkitystä kontrol-
 lisignaalin vastaanottoon lähettimessä. Vaihtoehtoisesti kontrollisignaalin lähe-
 tys voidaan suorittaa esimerkiksi heikkotehoisella radiolähtetimellä. Te-
 hosäteen lähetystä ohjaavaa kontrollisignaalia voidaan kutsua turvalinkiksi.

Vastaanottimien löytämiseksi ja kohdistamiseksi voidaan käyttää
 30 virtuaalieristettä, kuten aiemmin kerrottiin. Lähettimen kohdistamiseksi vas-
 taanottimeen lähetin aktivoi virtuaalieristeiden ja aloittaa lähettimen ympäristön
 skannaamisen siinä tilassa, johon lähetin on asetettu. Tällöin tilassa olevat
 vastaanottimet ja itse laitteet, joihin vastaanottimet on liitetty, toimivat akkujen-
 sa varassa. Skannaus suoritetaan etukäteen määritettynä liikeratana, jota tois-
 35 tetaan läpi lähettimen ympäröivän tilan, kunnes virtuaalieriste osuu vastaanot-
 timeen. Kun virtuaalieriste osuu vastaanottimen toiseen fotodetektoriin, ilmoit-

taa vastaanotin tästä lähettimelle turvalinkin välityksellä. Koska itse skannaus suoritetaan edullisesti suurella nopeudella, voidaan kohdistus suorittaa siten, että turvalinkki ilmoittaa virtuaalieristeen hetkellisestä yhteydestä, mikä luonnollisesti vastaanotetaan lähettimessä pienen viiveen jälkeen. Tällöin lähetin
 5 pysäyttää skannausprosessin ja siirtää virtuaalieristettä hitaasti taaksepäin mainitun viiveen aikana edetyn matkan, kunnes yhteys muodostuu uudelleen. Tämän jälkeen lähetin määrittää vastaanottimen sijaintikoordinaatit ja tarvittaessa jatkaa toisten vastaanottimien etsimistä kyseisestä tilasta.

Jos tilaan tuodaan uusia laitteita, joille halutaan järjestää langaton
 10 tehonsyöttö, käynnistetään lähettimeltä skannausprosessi uudestaan. Vaihtoehtoisesti lähetin voi tehdä automaattiskannauksen määrätyn väliajoin. Uusi- en laitteiden sijaintikoordinaatit määritetään vastaavalla skannaamalla, minkä jälkeen lähetin tallentaa koordinaatit muistiin. Tilassa jo aiemmin olleiden lait- teiden koordinaatit on tallennettu jo valmiiksi lähettimen muistiin, joten uusilla
 15 skannauskiirroksilla vanhat laitteet voidaan edullisesti jättää huomioimatta, mikä nopeuttaa tilan skannausta.

Itse tehonsiirto usealle vastaanottavalle laitteelle tapahtuu siten, et- tä kullekin syöttökohteelle syötetään tehoa tietty aika, jonka jälkeen lähettimen ensimmäinen valolähde (teholähde) sammutetaan ja kohdistetaan virtuaa-
 20 lieriste seuraavaan syöttökohteeseen. Tämä voidaan suorittaa edullisesti il- man skannausta, koska syöttökohteiden koordinaatit on määritetty jo aiemmin ja ne on tallennettu lähettimen muistiin. Kun virtuaalieriste on kohdistettu seu- raavan vastaanottimen virtuaalieristeen fotodetektoriin, käynnistää mainittu vastaanotin turvalinkin, jolloin lähetin tietää, että kohdistus on suoritettu on-
 25 gelmitta ja että se voi käynnistää ensimmäisen valolähteen (teholähteen). Lä- hetin syöttää taas tehoa määrätyn ajan, sammuttaa teholähteen ja siirtyy taas seuraavaan syöttökohteeseen.

Kuvioissa 4a ja 4b esitetään yksinkertaistetusti keksinnön mukaisen lähetinyksikön 400 ja vastaanotinyksikön 440 toimintalohkot. Lähetinyksikkö
 30 400 käsittää lähettimen ohjauslogiikan 402, joka voidaan edullisesti toteuttaa esimerkiksi ohjelmoitavina IC-piireinä, ohjelmistona tai näiden yhdistelmänä. Ohjauslogiikka 402 ohjaa laitteen toiminnan aikana edelleen virtuaalieristeen syötönohjausta 404, josta säädellään virtuaalieristeen heikkoteholasereita 406, 408, 410, 412 ja 414. Ohjauslogiikka käsittää myös toiminnot datasigna-
 35 lin koodaamiseksi virtuaalieristepulsseiksi edellä kuvatulla tavalla. Lisäksi oh- jauslogiikka 402 ohjaa laitteen toiminnan aikana teholaserin syötönohjauspiiriä

416, josta säädellään varsinaisen teholähteen (laserin) 418 toimintaa. Edelleen ohjauslogiikka 402 kontrolloi sekä virtuaalieristeen että teholähteen lasereiden poikkeutusta haluttuun syöttökohteeseen. Poikkeutuksesta huolehtii poikkeutusyksikkö 420, joka voidaan toteuttaa esimerkiksi mikropiiriohjattuna laserpoikkeutuksena, jolloin itse laserit suunnataan suoraan vastaanottimeen, tai peiliohjattuna poikkeutuksena, jolloin käytettäessä valolähteinä esimerkiksi valoa emittoivia diodeja LED suuntaus tehdään peilien avulla. Tällöin poikkeutusyksikkö 420 käsittää edullisesti riittävän määrän peiliservoja 420a ja näitä ohjaavan ohjausyksikön 420b. Olennainen osa lähetinyksikön 400 turvallista toimintaa on turvalinkin vastaanotin 422, jolta vastaanotettu turvalinkkisignaali syötetään vahvistimen 424 kautta ohjausyksikölle 402.

Kuviossa 4b esitetään vastaavasti keksinnön mukaisen vastaanotinyksikön 440 toimintalohkot. Myös vastaanotinyksikkö 440 käsittää ohjauslogiikan 442, joka voidaan vastaavasti toteuttaa esimerkiksi ohjelmoitavina IC-piireinä, ohjelmistona tai näiden yhdistelmänä. Virtuaalieristeen fotodetektoreilta 444, 446, 448, 450 ja 452 vastaanotetaan lähetinyksikön heikkoteholasereiden lähettämiä laserpulssseja. Vastaanotetut laserpulssit voivat käsittää myös dataa, joka dekoodataan vastaanottimen ohjauslogiikan avulla. Vastaanotettujen pulssien ja niiden vastaanottoajankohtien perusteella vastaanottimen ohjauslogiikka myös päättää, onko virtuaalieriste ehjä ja mikäli näin on, antaa turvalinkin syöttöpiirille 456 ohjeet turvalinkkisignaalin lähettämiseksi lähettimen 458 kautta, joka voi olla edullisesti esimerkiksi infrapuna-LED tai heikkotehoinen radiolähetin. Teholaserin fotodetektorin 460 toimii varsinaisen siirrettävän tehon vastaanottajana, jolta vastaanotetusta valotehosta muunnettu sähkövirta syötetään latauksen valvontayksikön 462 kautta liitännälle 464, josta se voidaan edelleen syöttää joko ulkoiselle laitteelle tai varausvälineille, kuten akulle.

Edellä kuvattu tehonsiirtojärjestelmä ja siihen yhdistetty datansiirtomenettely on sovitettavissa lukuisten erilaisten laitteiden yhteyteen. Vastaanotinyksikkö voidaan sovittaa esimerkiksi erilaisten toimistolaitteiden, kuten tulostimien, kannattavien tietokoneiden, näppäimistöjen, langattoman verkon tukiasemien tai puhelimien, yhteyteen tai erilaisten henkilökohtaisten tai viihdeelektronikkalaitteiden, kuten radio- ja stereolaitteiden, aktiivikaiuttimien, puhelinlatureiden jne, yhteyteen. Edelleen järjestelmää voidaan käyttää erilaisissa valvonta- ja hälytysjärjestelmissä, joissa langallinen tehonsyöttö saattaa olla hankalasti järjestettävissä. Tällaisia sovelluskohteita ovat esimerkiksi langat-

tomat valvontakamerat, liiketunnistimet, erilaiset valvonta-anturit ja hälytyslaitteet. Sovelluskohteita ei luonnollisesti ole rajoitettu vain edellä mainittuihin kohteisiin.

- 5 Alan ammattilaiselle on ilmeistä, että tekniikan kehittyessä keksinnön perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Keksintö ja sen suoritusmuodot eivät siten rajoitu yllä kuvattuihin esimerkkeihin vaan ne voivat vaihdella patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä datan siirtämiseksi langattomassa tehonsiirtojärjestelmässä, joka käsittää teholähtetimen, joka käsittää ensimmäisen valolähteen ja välineet ensimmäisen valolähteen emittoiman valon kohdistamiseksi haluttuun suuntaan, ja ainakin yhden tehovastaanottimen, joka käsittää ensimmäisen fotodetektorin emittoidun valon vastaanottamiseksi ja muuntamiseksi sähkövirraksi, t u n n e t t u siitä, että

10 lähetetään teholähtetimen käsittämällä toisella valolähteellä olennaisesti yhdensuuntaisesti mainitun ensimmäisen valolähteen emittoiman valon ympärille sovitettua valoa pulsseina, joiden teho on olennaisesti pienitehosempaa kuin mainitun ensimmäisen valolähteen emittoiman valon teho, ja joihin pulsseihin on koodattu databittejä tavalla, joka määrittää maksimiaikavälin kahdelle peräkkäiselle pulssille,

15 ilmaistaan tehovastaanottimen käsittämällä toisella fotodetektorilla mainitun toisen valolähteen emittoimat valopulssit,

 määritetään valopulssien käsittämää dataa ja peräkkäisten vastaanotettujen valopulssien välistä aikaa, ja

20 lähetetään tehovastaanottimelta kontrollisignaali häiriöttömästi vastaanotetusta datasta teholähtetimelle vasteena sille, että peräkkäisten vastaanotettujen valopulssien välinen aika ei ylitä mainittua maksimiaikaväliä kahdelle peräkkäiselle pulssille.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

25 lähetetään tehovastaanottimelta mainittua kontrollisignaalia teholähtetimelle mainitun toisen valolähteen emittoimien valopulssien vastaanotosta säännöllisin väliajoin,

 vasteena sille, että mainitun toisen valolähteen emittoimissa valopulsseissa havaitaan häiriö, lopetetaan mainitun kontrollisignaalin lähettäminen.

30 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

 mainittu toinen valolähde käsittää useita erillisiä valolähteitä, jotka on järjestetty olennaisesti ympyrämuotoon mainitun ensimmäisen valolähteen ympärille.

35 4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

ilmaistaan tehovastaaanottimella mainittujen useiden erillisten valolähteiden emittoimat valopulssit loogisina binääriarvoina,

jolloin vasteena sille, että ainakin yhden mainitun erillisen valolähteen emittoiman valopulssin binääriarvo poikkeaa muiden valopulssien samanaikaisista binääriarvoista, lopetetaan mainitun kontrollisignaalin lähettäminen.

5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

vasteena teholähettimellä vastaanotetusta kontrollisignaalista, käynnistetään teholähtetimen mainittu ensimmäinen valolähde tehon siirtämiseksi mainitulle tehovastaaanottimelle.

6. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

15 lähetetään mainitun ensimmäisen valolähteen valoa aallonpituudella ja tehotiheydellä, jotka mahdollistavat lyhytaikaisen silmäaltistuksen.

7. Langaton tehonsiirtojärjestelmä, joka käsittää teholähtetimen, joka käsittää ensimmäisen valolähteen ja välineet ensimmäisen valolähteen emittoiman valon kohdistamiseksi haluttuun suuntaan, ja ainakin yhden tehovastaaanottimen, joka käsittää ensimmäisen fotodetektorin emittoidun valon vastaanottamiseksi ja muuntamiseksi sähkövirraksi, tunnettu siitä, että

20 teholähtetin käsittää toisen valolähteen, jonka emittoimien valopulssien teho on olennaisesti pienitehoisempaa kuin mainitun ensimmäisen valolähteen emittoiman valon teho ja jotka pulssit on sovitettu lähetettäväksi olennaisesti yhdensuuntaisesti mainitun ensimmäisen valolähteen emittoiman valon ympärille, ja joihin pulsseihin on koodattu databittejä tavalla, joka määrittää maksimiaikavälin kahdelle peräkkäiselle pulssille,

25 tehovastaaanotin käsittää toisen fotodetektorin mainitun toisen valolähteen emittoimien valopulssien ilmaisemiseksi, välineet valopulssien käsittämisen datan ja peräkkäisten vastaanotettujen valopulssien välisen ajan määrittämiseksi ja mainitulle määrittämiselle vasteelliset lähetysvälineet, jotka on sovitettu lähettämään kontrollisignaali teholähettimelle vasteena sille, että peräkkäisten vastaanotettujen valopulssien välinen aika ei ylitä mainittua maksimiaikaväliä kahdelle peräkkäiselle pulssille.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen tehonsiirtojärjestelmä, tunnettu siitä, että

tehovastaanotin on sovitettu lähettämään mainittua kontrollisignaalia teholähttimelle mainitun toisen valolähteen emittoiman valon vastaanotosta säännöllisin väliajoin, ja vasteena sille, että mainitun toisen valolähteen emittoimassa valossa havaitaan häiriö, lopettamaan mainitun kontrollisignaalin lähettäminen.

9. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen tehonsiirtojärjestelmä, tunnettu siitä, että

mainittu toinen valolähde käsittää useita erillisiä valolähteitä, jotka on järjestetty olennaisesti ympyrämuotoon mainitun ensimmäisen valolähteen ympärille.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen tehonsiirtojärjestelmä, tunnettu siitä, että

jolloin vasteena sille, että ainakin yhden mainitun erillisen valolähteen emittoiman valopulssin binääriarvo poikkeaa muiden valopulssien samanaikaisista binääriarvoista, lopetetaan mainitun kontrollisignaalin lähettäminen.

tehovastaanotin on järjestetty ilmaisemaan mainittujen useiden erillisten valolähteiden emittoimat valopulssit loogisina binääriarvoina,

jolloin vasteena sille, että ainakin yhden mainitun erillisen valolähteen emittoiman valopulssin binääriarvo poikkeaa muiden valopulssien samanaikaisista binääriarvoista, tehovastaanotin on järjestetty lopettamaan mainitun kontrollisignaalin lähettäminen.

11. Jonkin patenttivaatimuksen 7 – 10 mukainen tehonsiirtojärjestelmä, tunnettu siitä, että

vasteena teholähttimellä vastaanotetulle kontrollisignaalille, teholähtetin on järjestetty käynnistämään mainittu ensimmäinen valolähde tehonsiirtämiseksi mainitulle tehovastaanottimelle.

12. Jonkin patenttivaatimuksen 7 - 11 mukainen tehonsiirtojärjestelmä, tunnettu siitä, että

teholähtetin on järjestetty lähettämään mainitun ensimmäisen valolähteen valoa aallonpituudella ja tehotiheydellä, jotka mahdollistavat lyhytaikaisen silmäaltistuksen.

13. Langattoman tehonsiirtojärjestelmän teholähtetin, joka käsittää ensimmäisen valolähteen ja välineet ensimmäisen valolähteen emittoiman valon kohdistamiseksi haluttuun suuntaan, tunnettu siitä, että

teholähetin käsittää toisen valolähteen, jonka emittoimien valopuls-
sien teho on olennaisesti pienitehoisempaa kuin mainitun ensimmäisen valo-
lähteen emittoiman valon teho ja jotka pulssit on sovitettu lähetettäväksi olen-
naisesti yhdensuuntaisesti mainitun ensimmäisen valolähteen emittoiman va-
5 lon ympärille, ja joihin pulsseihin on koodattu databittejä tavalla, joka määrittää
maksimiaikavälin kahdelle peräkkäiselle pulssille.

14. Langattoman tehonsiirtojärjestelmän tehovastaanotin, joka kä-
sittää ensimmäisen fotodetektorin ensimmäisen valolähteen emittoiman valon
vastaanottamiseksi ja muuntamiseksi sähkövirraksi, t u n n e t t u siitä, että
10 tehovastaanotin käsittää toisen fotodetektorin teholähtetimen valo-
lähteen emittoimien valopulssien ilmaisemiseksi, välineet valopulssien käsit-
tämän datan ja peräkkäisten vastaanotettujen valopulssien välisen ajan mää-
rittämiseksi ja mainitulle määrittämiselle vasteelliset lähetysvälineet, jotka on
sovitettu lähettämään kontrollisignaali teholähtetimelle vasteena sille, että pe-
15 räkkäisten vastaanotettujen valopulssien välinen aika ei ylitä ennalta määritet-
tyä maksimiaikaväliä kahdelle peräkkäiselle pulssille.

(57) Tiivistelmä

Menetelmä datan siirtämiseksi langattomassa tehonsiirtojärjestelmässä, joka käsittää teholähttimen, joka käsittää ensimmäisen valolähteen ja välineet sen emittoiman valon kohdistamiseksi, ja ainakin yhden tehovastaanottimen, joka käsittää ensimmäisen fotodetektorin emittoidun valon vastaanottamiseksi ja muuntamiseksi sähkövirraksi. Teholähttimen toisella valolähteellä lähetetään yhdensuuntaisesti ensimmäisen valolähteen emittoiman valon ympärille sovitettua valoa pienitehoisina pulsseina, joihin on koodattu databittejä tavalla, joka määrittää maksimiaikavälin kahdelle peräkkäiselle pulssille. Tehovastaanottimen käsittämällä toisella fotodetektorilla ilmaistaan valopulssit, ja määritetään valopulssien käsittämää data ja peräkkäisten vastaanotettujen valopulssien välinen aika. Tehovastaanottimelta lähetetään kontrollisignaali häiriöttömästi vastaanotetusta datasta teholähttimelle vasteena sille, että peräkkäisten vastaanotettujen valopulssien välinen aika ei ylitä maksimiaikaväliä kahdelle peräkkäiselle pulssille.

(Kuvio 1)

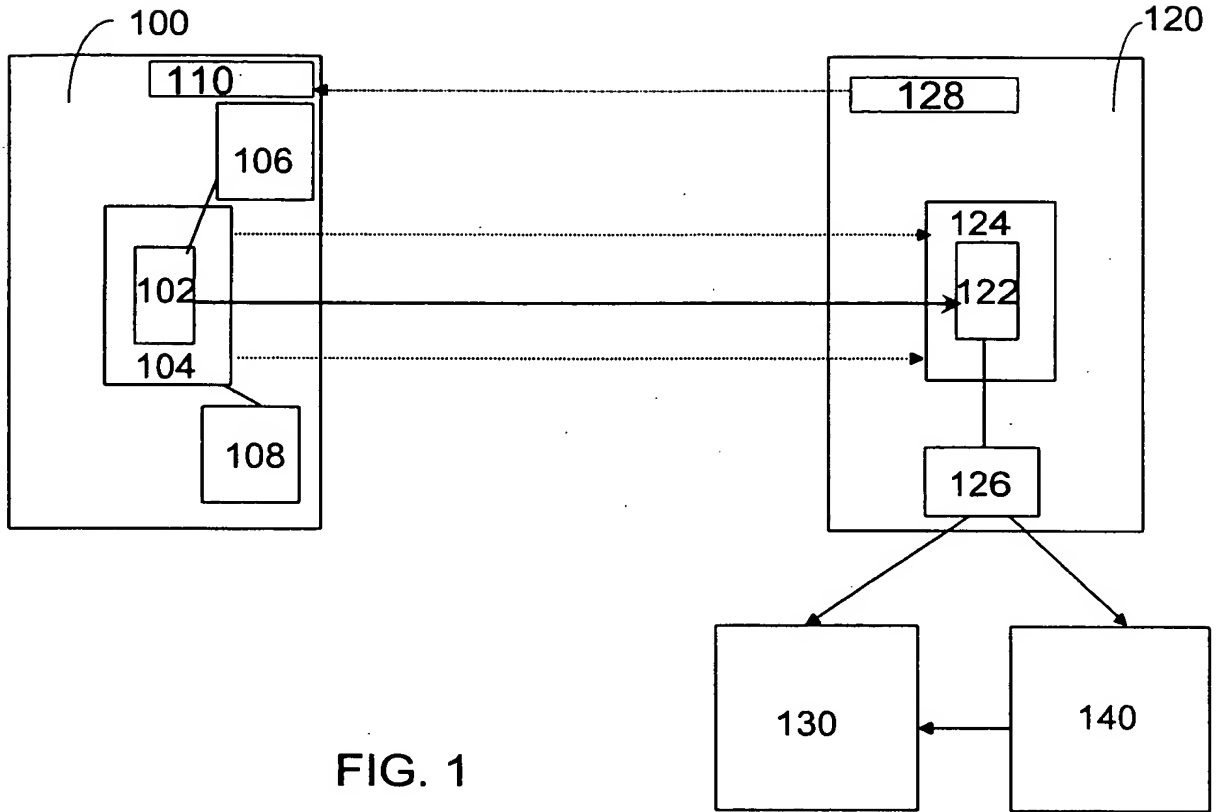


FIG. 1

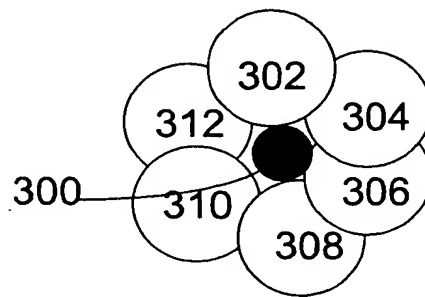


FIG. 3

2/3

LY

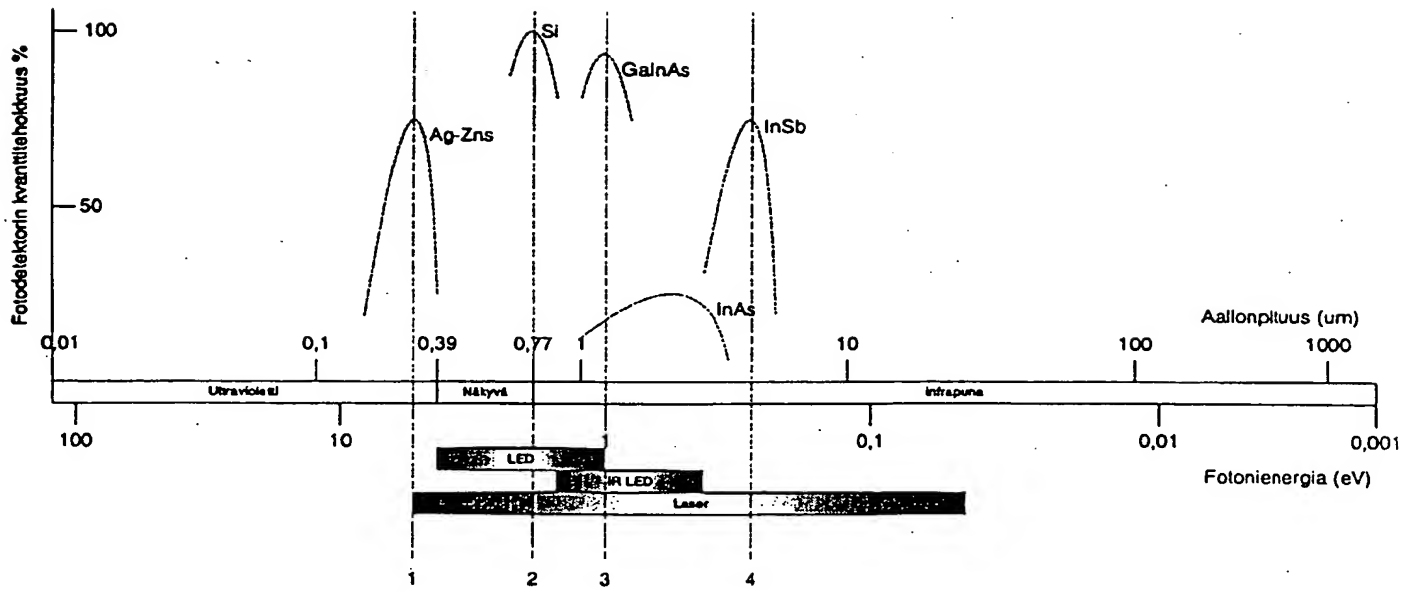


FIG. 2

3/3
Ly

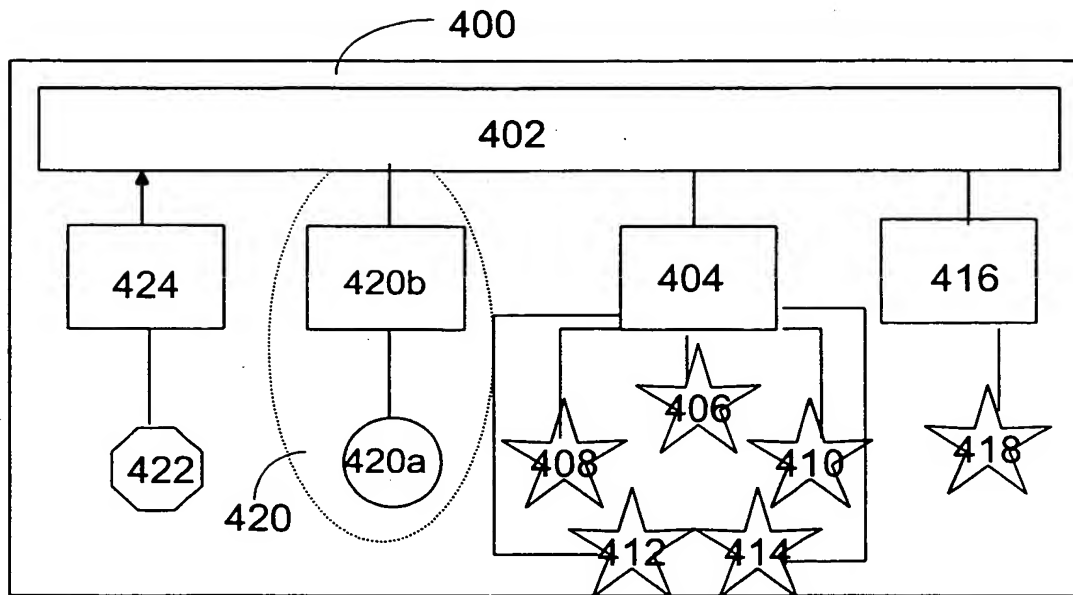


FIG. 4a

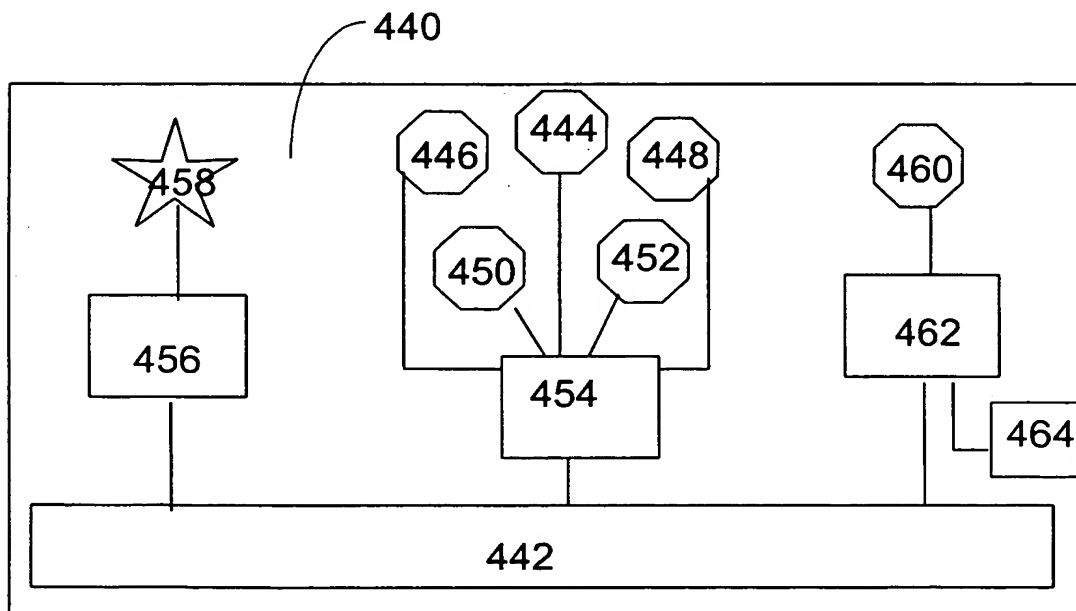


FIG. 4b